

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-019969

(43)Date of publication of application : 20.01.1995

(51)Int.Cl.

G01L 1/00

G01J 3/44

G01L 1/24

G01N 21/65

(21)Application number : 05-165353

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 05.07.1993

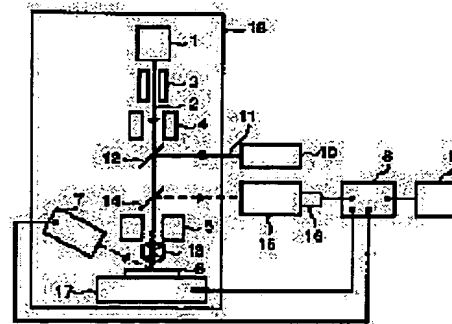
(72)Inventor : SAKATA HIROSHI  
ISHIZUKA NORIO

## (54) METHOD AND DEVICE FOR MEASURING STRESS

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a method and device for measuring stress, which visualize and specify a measuring position to obtain a stress value and the stress distribution condition of an extremely fine part (sub micrometer or nanometer order) accurately.

**CONSTITUTION:** A sample 6 is irradiated with an electron beam 2 emitted from an electron gun 1, and the generated secondary electron is detected by a detector 7, and the surface shape of the sample 6 is displayed by an image processing device 9. The sample 6 is irradiated with the laser beam emitted from a laser beam source 10, and the generated Raman scattering beam is detected by a detector 16, and the obtained Raman spectrum is read by a computer 8. A stress value is obtained on the basis of the frequency shift value at each scanning point, and the stress distribution condition is displayed by the image processing device 9. The center of a faceplate of the image processing device 9 is set so as to align the spot center of the electron beam with the spot center of the laser beam.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The stress measuring method characterized by to measure the stress value or the stress-distribution condition of the pole minute section by detecting the secondary electron which irradiates an electron ray and is generated in the stress measuring method by the Raman spectroscopy equipped with the half mirror and the spectroscopy for leading the objective lens and the scattered light for extracting a laser light source and a laser beam to a stress-ed measurement object front face in the shape of a spot to a spectrometer, and performing visualization and specification of a measurement part.

[Claim 2] The stress measuring method characterized by to measure the stress value or the stress-distribution condition of the pole minute section by detecting the secondary electron which irradiates an electron ray and is generated in the stress measuring method by the ultraviolet Raman spectroscopy equipped with the half mirror and the spectroscopy for leading the objective lens and the scattered light for extracting an ultraviolet laser light source and an ultraviolet laser beam to a stress-ed measurement object front face in the shape of a spot to a spectrometer, and performing visualization and specification of a measurement part.

[Claim 3] The stress measuring method which makes in agreement the exposure location of an electron ray, and the exposure location of laser in claims 1 or 2.

[Claim 4] The stress measuring device characterized by having the scanner which scans the electron ray generated from an electron gun and said electron gun in the stress measuring device by the Raman spectroscopy equipped with the half mirror and spectroscopy for leading the objective lens and the scattered light for extracting a laser light source and a laser beam to a stress-ed measurement object front face in the shape of a spot to a spectrometer, and a secondary electron detector.

[Claim 5] The stress measuring device characterized by having the scanner which scans the electron ray generated from an electron gun and said electron gun in the stress measuring device by the ultraviolet Raman spectroscopy equipped with the half mirror and spectroscopy for leading the objective lens and the scattered light for extracting an ultraviolet laser light source and an ultraviolet laser beam to a stress-ed measurement object front face in the shape of a spot to a spectrometer, and a secondary electron detector.

[Claim 6] The stress measuring device which makes in agreement the exposure location of an electron ray, and the exposure location of laser in claims 4 or 5.

[Claim 7] The stress measuring method which performs stress measurement in a vacuum in claims 1, 2, or 3.

[Claim 8] The stress measuring device which made the vacuum the optical path of the light of laser or ultraviolet laser, or the path of an electron ray at least in claims 4, 5, or 6.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] The stress measuring method and equipment of the minute section are started, and especially, a device under test is microscopic smallness like an LSI component, and this invention relates to a suitable stress measuring method and equipment, when the stress measurement is difficult.

[0002]

[Description of the Prior Art] About the stress measuring method of the conventional minute section, it is applied. Physics In the 898th page (Appl.Phys.Lett., Vol.40, NO.10 (1982), pp 895-898), the content about the stress measuring method and equipment by Raman spectroscopy is discussed from Letters, the 40th volume, and the 895th page of the 10 No. (1982).

[0003] With this conventional technique, stress measurement is performed as follows. If monoxheomatic rays (Ar ion laser or Kr ion laser is used with this equipment) strong against a device under test are irradiated, it will originate in the molecular vibration of that sample, incident light will carry out a frequency shift, and the Raman-scattering light from which incident light and a frequency differ will occur. What measured that Raman-scattering light reinforcement that carried out the frequency shift is called Raman spectrum, and qualitative analysis is possible from the frequency location where this Raman spectrum shows a peak, and quantitative analysis is possible from scattered-light reinforcement. If the load of the stress is carried out, the frequency location where a Raman spectrum shows a peak will shift, and quantitative evaluation of stress is performed by detecting this shift amount.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] although the gestalt observation of a test portion and the specification of a measuring point be perform , since the white light etc. be used for above conventional stress measuring method and equipment and visualization and the specification of a measurement part be difficult for them when structure be the sample which change intricately in the pole minute section (a submicrometer or nano meter order ) like an LSI component for example , they have the fault to which measuring accuracy worsen .

[0005] The object of this invention is by performing visualization and specification of a measurement part to offer the stress measuring method and equipment which search for the stress value or stress-distribution condition of the pole minute section (submicrometer or nano meter order) with a sufficient precision.

[0006]

[Means for Solving the Problem] The above-mentioned object is attained in the stress measuring method by Raman spectroscopy by detecting the secondary electron which irradiates an electron ray and is generated, and performing visualization and specification of a measurement part.

[0007] Moreover, the above-mentioned object is attained in the equipment which consists of the optical system, spectroscope, and detector of a laser light source, a lens, etc. by having formed the electron gun which generates an electron ray, and the scanner which scans an electron ray and the detector which detects the secondary electron generated from a sample. Furthermore, it

is attained by performing stress measurement into a vacuum.

[0008]

[Function] As mentioned above, by detecting the secondary electron which irradiates an electron ray and is generated, and performing visualization and specification of a measurement part, it becomes possible to detect the stress value of the field of a submicrometer or nano meter order, and the stress of the conventionally difficult pole minute section or measurement of the stress distribution is attained.

[0009] Moreover, since the stress or the stress distribution of the pole minute section (submicrometer or nano meter order) can be grasped with a sufficient precision by having formed the electron gun which generates an electron ray, and the scanner which scans an electron ray and the detector which detects the secondary electron generated from a sample as mentioned above, it becomes possible to measure high degree of accuracy.

[0010] Furthermore, by performing stress measurement in a vacuum, attenuation of the reinforcement of a laser beam or an ultraviolet laser beam or the reinforcement of an electron ray can be made small, and stress measurement of high degree of accuracy is attained.

[0011]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained based on a drawing.

[0012] The fundamental configuration of this invention is shown in drawing 1. In this drawing, the electron ray 2 which came out of the electron gun 1 is irradiated by the sample 6 through a condensing lens 3, a deflecting coil 4, and an objective lens 5. After the secondary electron generated from the sample 6 is detected by the detector 7 and amplified with amplifier (not shown), it is read into a computer 8 and displays the surface type voice of a sample with an image processing system 9.

[0013] Furthermore, the laser beam 11 which came out of the laser light source 10 is irradiated by the rat tail sample 6 with an objective lens 13 through a mirror 12. The Raman-scattering light which originated in the molecular vibration of a sample 6 and was generated passes along an objective lens 13, is led to a spectroscope 15 with a half mirror 14, and is detected by the detector 16. The obtained Raman spectrum is read into a computer 8. The sample 6 is placed on the jogging stage 17, is moving this stage 17, scans a laser beam 11 on a sample 6, and makes the positional information from a position sensor (not shown) prepared in the Raman spectrum and the jogging stage 17 in each scan location read into a computer 8. A stress value is calculated from the frequency shift value in each scanning point by computer 8, and the stress-distribution condition is displayed with an image processing system 9.

[0014] The core of the screen of an image processing system 9 is set up so that it may be in agreement focusing on the spot of the spot core of an electron ray 2, and a laser beam 11. Since it is placed on the jogging stage 17 and the position sensor (not shown) is prepared in this stage 17, a sample 6 can move a sample 6 to the location of arbitration from this positional information. Therefore, the stress of the specified part can be measured by moving a sample 6 so that it may be in agreement with the core of the screen of an image processing system 9 in the measurement part of a sample 6.

[0015] In this example, it has set up so that the core of the screen of an image processing system 9 may be in agreement focusing on the spot of the spot core of an electron ray 2, and a laser beam 11, but parts other than the core of the screen of an image processing system 9 may be chosen, and you may set up so that the spot core of an electron ray 2 and the spot core of a laser beam 11 may be in agreement with the part.

[0016] Moreover, although considered as the structure the path of an electron ray and whose optical path of a laser beam correspond in this example, it is not necessary to make it in agreement. What is necessary is just to install a sample so that the spot core of laser may be in agreement with the specified part with migration or a revolution of a jogging stage after performing the visualization and specification of a measurement part by the electron ray when not making it in agreement.

[0017] In this example, an electron gun 1, a condensing lens 3, a deflecting coil 4, an objective lens 5, a sample 6, a detector 7, a mirror 12, an objective lens 13, a half mirror 14, and the jogging stage 17 are formed in a vacuum chamber 18. It is not among a high vacuum and these

may be prepared into atmospheric air or a low vacuum. However, in air, since strong attenuation is large, an electron ray can make attenuation small by carrying out in the ambient atmosphere by the side of a vacuum more.

[0018] If ultraviolet laser is used as a laser light source, since attenuation of the reinforcement of a laser beam may become large, in air, attenuation can be made small by carrying out in a vacuum.

[0019] Therefore, measurement of the stress value of the pole minute section or a stress-distribution condition can be performed with a sufficient precision by making the optical path of a laser beam, or the path of an electron ray into a vacuum.

[0020] In this example, although the mirror 12, the objective lens 13, and the half mirror 14 are used, the mirror which unified these, for example, a skein grain SHUWARUTSU CHAIRUDO object mirror, (Cassegrain-Schwarzschild mirror objective) may be used instead of this mirror 12, an objective lens 13, and a half mirror 14.

[0021] Moreover, when irradiating an electron ray, the mirror which unified these mirrors 12, an objective lens 13 and a half mirror 14, or these, for example, a skein grain SHUWARUTSU CHAIRUDO object mirror, (Cassegrain-Schwarzschild mirror objective) may attach a migration device so that it can move.

[0022]

[Effect of the Invention] According to this invention, since the secondary electron which irradiates an electron ray and is generated is detected and visualization and specification of a measurement part are performed, the stress value or stress-distribution condition of the conventionally difficult pole minute section (submicrometer or nano meter order) can be grasped.

[0023] Moreover, since the equipment concerning this invention forms the electron gun which generates an electron ray, and the scanner which scans an electron ray and the detector which detects the secondary electron generated from a sample, it grasps the stress value or stress-distribution condition of the pole minute section (submicrometer or nano meter order) with a sufficient precision.

[0024] Moreover, by performing stress measurement in a vacuum, attenuation of the reinforcement of a laser beam or an ultraviolet laser beam or the reinforcement of an electron ray can be made small, and stress measurement of high degree of accuracy can be performed.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-19969

(43) 公開日 平成7年(1995)1月20日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 L 1/00		B		
G 0 1 J 3/44				
G 0 1 L 1/24				
G 0 1 N 21/65				

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平5-165353

(22) 出願日 平成5年(1993)7月5日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 坂田 寛

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72) 発明者 石塚 典男

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

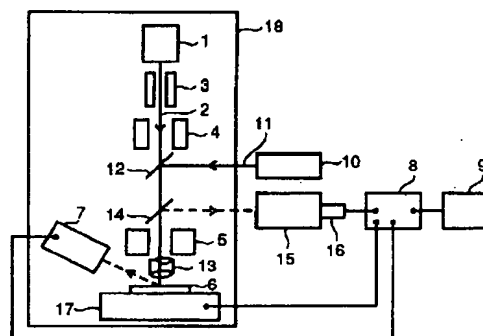
(54) 【発明の名称】 応力測定方法及びその装置

(57) 【要約】

【目的】 測定箇所の可視化及び特定化を行うことにより、極微小部（サブマイクロメータ又はナノメータオーダー）の応力値又は応力分布状態を精度良く求める応力測定方法及び装置を提供することにある。

【構成】 電子銃1から出た電子線2は試料6に照射され、発生した二次電子は検出器7で検出され、画像処理装置9により試料の表面形態を表示する。レーザ光源10から出たレーザ光11は試料6に照射され、発生したラマン散乱光は検出器16で検出され、得られたラマンスペクトルはコンピュータ8に読み込まれる。各走査点での周波数シフト値から応力値を求め、画像処理装置9によりその応力分布状態を表示する。画像処理装置9の画面の中心は電子線のスポット中心及びレーザのスポット中心に一致するように設定する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザ光源とレーザ光を被応力測定物表面にスポット状に絞るための対物レンズと散乱光を分光計に導くためのハーフミラーと分光器を備えたラマン分光法による応力測定方法において、電子線を照射して発生する二次電子を検出し、測定箇所の可視化及び特定化を行うことにより、極微小部の応力値又は応力分布状態を測定することを特徴とする応力測定方法。

【請求項 2】 紫外レーザ光源と紫外レーザ光を被応力測定物表面にスポット状に絞るための対物レンズと散乱光を分光計に導くためのハーフミラーと分光器を備えた紫外ラマン分光法による応力測定方法において、電子線を照射して発生する二次電子を検出し、測定箇所の可視化及び特定化を行うことにより、極微小部の応力値又は応力分布状態を測定することを特徴とする応力測定方法。

【請求項 3】 請求項 1 または 2 において、電子線の照射位置とレーザの照射位置とを一致させる応力測定方法。

【請求項 4】 レーザ光源とレーザ光を被応力測定物表面にスポット状に絞るための対物レンズと散乱光を分光計に導くためのハーフミラーと分光器を備えたラマン分光法による応力測定装置において、電子銃と前記電子銃から発生する電子線を走査する走査機構と二次電子検出器とを備えたことを特徴とする応力測定装置。

【請求項 5】 紫外レーザ光源と紫外レーザ光を被応力測定物表面にスポット状に絞るための対物レンズと散乱光を分光計に導くためのハーフミラーと分光器を備えた紫外ラマン分光法による応力測定装置において、電子銃と前記電子銃から発生する電子線を走査する走査機構と二次電子検出器とを備えたことを特徴とする応力測定装置。

【請求項 6】 請求項 4 または 5 において、電子線の照射位置とレーザの照射位置とを一致させる応力測定装置。

【請求項 7】 請求項 1, 2 または 3 において、応力測定を真空中で行う応力測定方法。

【請求項 8】 請求項 4, 5 または 6 において、少なくともレーザ又は紫外レーザの光の光路又は電子線の通路を真空にした応力測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は微小部の応力測定方法及び装置に係り、特に、被測定試料が L S I 素子のように極微小で、その応力測定が困難な場合に好適な応力測定方法及び装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の微小部の応力測定方法については、アプライド フィジックス レターズ、第 40 巻、第 10 号 (1982 年) 第 895 頁から第 898 頁 (Appl. Phys. Lett., Vol. 40, NO. 10 (1982), pp895-898) においてラマン分光法による応力測定方法及び装置に関する内容が論じられている。

【0003】 この従来技術では、以下のようにして応力測定を行う。被測定試料に強い単色光線 (この装置では、A r イオンレーザ又は K r イオンレーザ等を使用) を照射すると、その試料の分子振動に起因して入射光が周波数シフトし、入射光と周波数が異なるラマン散乱光が発生する。その周波数シフトしたラマン散乱光強度を測定したものをラマンスペクトルといい、このラマンスペクトルがピークを示す周波数位置から定性分析ができ、また、散乱光強度から定量分析ができる。応力が負荷されるとラマンスペクトルがピークを示す周波数位置がシフトし、このシフト量を検出することにより応力の定量的評価を行う。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記の従来の応力測定方法及び装置は、測定試料の形態観察及び測定位置の特定化を行うのに、白色光等を用いているので、例えば、L S I 素子のように、極微小部 (サブマイクロメータ又はナノメータオーダー) で構造が複雑に変化する試料の場合は、測定箇所の可視化及び特定化が困難のため、測定の精度が悪くなる欠点があった。

【0005】 本発明の目的は、測定箇所の可視化及び特定化を行うことにより、極微小部 (サブマイクロメータ又はナノメータオーダー) の応力値又は応力分布状態を精度良く求める応力測定方法及び装置を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的は、ラマン分光法による応力測定方法において、電子線を照射して発生する二次電子を検出し、測定箇所の可視化及び特定化を行うことにより、達成される。

【0007】 また、上記目的は、レーザ光源とレンズ等の光学系と分光器と検出器とからなる装置において、電子線を発生する電子銃と、電子線を走査する走査機構と試料から発生する二次電子を検出する検出器とを設けたことにより達成される。さらに、真空中において応力測定を行うことにより達成される。

## 【0008】

【作用】 上記のように、電子線を照射して発生する二次電子を検出し、測定箇所の可視化及び特定化を行うことにより、サブマイクロメータ又はナノメータオーダーの領域の応力値を検出することが可能となり、従来困難であった極微小部の応力又は応力分布の測定が可能となる。

【0009】 また、上記のように、電子線を発生する電子銃と、電子線を走査する走査機構と試料から発生する二次電子を検出する検出器とを設けたことにより、極微小部 (サブマイクロメータ又はナノメータオーダー) の応力又は応力分布を精度良く把握することができ、高精度の測定を行うことが可能となる。

【0010】 さらに、真空中で応力測定を行うことにより、レーザ光又は紫外レーザ光の強度又は電子線の強度



の減衰を小さくすることができ、高精度の応力測定が可能となる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基いて説明する。

【0012】本発明の基本的構成を図1に示す。この図において、電子銃1から出た電子線2は、コンデンサレンズ3、偏向コイル4、対物レンズ5を通り試料6に照射される。試料6から発生した二次電子は検出器7で検出され、増幅器（図示せず）で増幅された後、コンピュータ8に読み込まれ、画像処理装置9により試料の表面形態を表示する。

【0013】さらに、レーザ光源10から出たレーザ光11はミラー12を通り対物レンズ13により絞られ試料6に照射される。試料6の分子振動に起因して発生したラマン散乱光は対物レンズ13を通り、ハーフミラー14により分光器15に導かれ検出器16で検出される。得られたラマンスペクトルはコンピュータ8に読み込まれる。試料6は、微動ステージ17上に置かれており、このステージ17を移動させることで、レーザ光11を試料6上で走査し、各走査位置におけるラマンスペクトルと微動ステージ17に設けた位置センサ（図示せず）からの位置情報をコンピュータ8に読み込ませる。コンピュータ8により各走査点での周波数シフト値から応力値を求め、画像処理装置9によりその応力分布状態を表示する。

【0014】画像処理装置9の画面の中心は電子線2のスポット中心及びレーザ光11のスポット中心に一致するように設定してある。試料6は、微動ステージ17上に置かれており、このステージ17には位置センサ（図示せず）が設けられているので、この位置情報から任意の位置に試料6を移動することができる。従って、試料6の測定箇所を画像処理装置9の画面の中心に一致するように試料6を移動することにより、特定化した箇所の応力を測定することができる。

【0015】本実施例では、画像処理装置9の画面の中心が電子線2のスポット中心及びレーザ光11のスポット中心に一致するように設定してあるが、画像処理装置9の画面の中心以外の箇所を選んで、その箇所に電子線2のスポット中心及びレーザ光11のスポット中心が一致するように設定しても良い。

【0016】また、本実施例では、電子線の通路とレーザ光の光路とが一致する構造としたが、一致させなくても良い。一致させない場合は、電子線による測定箇所の可視化及び特定化を行った後、微動ステージの移動又は回転により、特定化した箇所にレーザのスポット中心が一致するように試料を設置すれば良い。

【0017】本実施例では電子銃1、コンデンサレンズ3、偏向コイル4、対物レンズ5、試料6、検出器7、ミラー12、対物レンズ13、ハーフミラー14及び微

動ステージ17を真空室18内に設けたものである。これらを高真空中でなく、大気中又は低真空中に設けても良い。但し、電子線は空気中では強度の減衰が大きいため、より真空側の雰囲気中で行うことにより、減衰を小さくできる。

【0018】レーザ光源として紫外レーザを用いると、空気中ではレーザ光の強度の減衰が大きくなるがあるため、真空中で行うことにより、減衰を小さくできる。

【0019】従って、レーザ光の光路又は電子線の通路を真空にすることにより、極微小部の応力値又は応力分布状態の測定を精度良く行うことができる。

【0020】本実施例では、ミラー12、対物レンズ13及びハーフミラー14を用いているが、このミラー12、対物レンズ13及びハーフミラー14の代わりに、これらを一体化したミラー、例えば、カセグレイン・シュワルツチャイルド対物ミラー（Cassegrain-Schwarzschild mirror objective）を使用しても良い。

【0021】また、これらのミラー12、対物レンズ13及びハーフミラー14又はこれらを一体化したミラー、例えば、カセグレイン・シュワルツチャイルド対物ミラー（Cassegrain-Schwarzschild mirror objective）は、電子線を照射する時には移動できるように、移動機構を付けても良い。

【0022】

【発明の効果】本発明によれば、電子線を照射して発生する二次電子を検出し、測定箇所の可視化及び特定化を行うものであるから、従来困難であった極微小部（サブマイクロメータ又はナノメータオーダ）の応力値又は応力分布状態を把握できる。

【0023】また、本発明に係る装置は、電子線が発生する電子銃と、電子線を走査する走査機構と試料から発生する二次電子を検出する検出器とを設けたものであるから、極微小部（サブマイクロメータ又はナノメータオーダ）の応力値又は応力分布状態を精度良く把握する。

【0024】また、真空中で応力測定を行うことにより、レーザ光又は紫外レーザ光の強度又は電子線の強度の減衰を小さくすることができ、高精度の応力測定ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る応力測定装置の構成を示すシステムのブロック図。

【符号の説明】

1…電子銃、2…電子線、3…コンデンサレンズ、4…偏向コイル、5…対物レンズ、6…試料、7…検出器、8…コンピュータ、9…画像処理装置、10…レーザ光源、11…レーザ光、12…ミラー、13…対物レンズ、14…ハーフミラー、15…分光器、16…検出器、17…微動ステージ、18…真空室。

【図1】

図 1

